Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Golfe | Réponse des Sciences 2015/033

MISE À JOUR JUSQU'EN 2014 DE L'ÉVALUATION DE LA COMPOSANTE DES REPRODUCTEURS D'AUTOMNE DU HARENG DE L'ATLANTIQUE (*CLUPEA HARENGUS*) DANS LE SUD DU GOLFE DU SAINT-LAURENT (DIVISION 4T DE L'OPANO) ET RECOMMANDATIONS POUR LA PÊCHE DE 2015

Contexte

La réunion d'examen par les pairs sur l'évaluation du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent qui s'est tenue en mars 2014 avait déterminé des problèmes posés par les indices d'abondance de la pêche au filet maillant et les modèles d'évaluation pour la composante des reproducteurs d'automne (MPO 2014). L'examen par les pairs avait considéré deux modèles d'évaluation avec deux hypothèses différentes de capturabilité dans les filets maillants pour les âges 4 et 5, présumément associées aux déclins observés dans le poids selon l'âge. Les estimations des valeurs absolues de la biomasse différaient considérablement entre les deux modèles, même si les tendances de l'abondance estimée étaient sensiblement les mêmes. Ni l'un ni l'autre de ces modèles n'a été jugé approprié, car les deux étaient caractérisés par une importante absence de concordance entre les indices et des tendances rétrospectives. Par conséquent, les recommandations de captures relatives à la composante des reproducteurs d'automne du hareng de l'Atlantique n'avaient été fournies que pour la pêche de 2014 (MPO 2014). Un examen du cadre de l'approche d'évaluation pour la composante des reproducteurs d'automne a été recommandé pour combler les lacunes repérées et examiner d'autres formules de modèle. Une mise à jour des recommandations de captures pour la composante des reproducteurs d'automne de la pêche de 2015 a été élaborée selon les recommandations de cet examen cadre. Des recommandations concernant la composante des reproducteurs de printemps du hareng de l'Atlantique pour la pêche de 2015 ont été fournies dans le document du MPO (2014) et demeurent valides.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences du 16 avril 2015 sur la mise à jour de l'évaluation du stock de reproducteurs d'automne de hareng de l'Atlantique pour 2015. Les délais pour effectuer l'examen du cadre et fournir le mis à jour pour 2015 étaient très courts. L'approche recommandée dans le cadre d'évaluation du 13 au 15 avril 2015 a été utilisée dans la mise à jour de l'évaluation. Le compte rendu du processus d'examen par les pairs qui documente les approches recommandées de l'examen du cadre est en cours de préparation.

Renseignements de base

L'évaluation du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL; division 4T de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO)) (figure 1) est préparée selon un cycle de deux ans. La prochaine évaluation complète de ce stock est prévue pour mars 2016 en vue de fournir des recommandations de captures pour les saisons de pêche 2016 et 2017.

Les composantes de hareng de l'Atlantique dans le sGSL consistent en des reproducteurs de printemps et d'automne. Le frai du printemps a lieu surtout en avril et en mai, mais il peut se prolonger jusqu'en juin à certains endroits. Le frai d'automne se déroule principalement entre la mi-août et le mois d'octobre. Les harengs adultes passent l'hiver dans les eaux plus profondes au large du chenal

Laurentien dans la zone 4T ainsi que dans les eaux de la côte est de l'île du Cap-Breton dans la division 4Vn de l'OPANO, qui fait partie de la zone de stock de hareng du sGSL (figure 1).

Le hareng du sGSL est exploité par une flottille de pêche au filet maillant sur les frayères et par une flottille de pêche à la senne coulissante (bateaux > 65 pi) qui le capture dans des eaux plus profondes. La flottille de pêche au filet maillant capture presque uniquement des reproducteurs de printemps au printemps, exception faite du mois de juin, et presque uniquement des reproducteurs d'automne à l'automne. La flottille de pêche à la senne coulissante capture un mélange de reproducteurs de printemps et d'automne au cours de la saison de pêche.

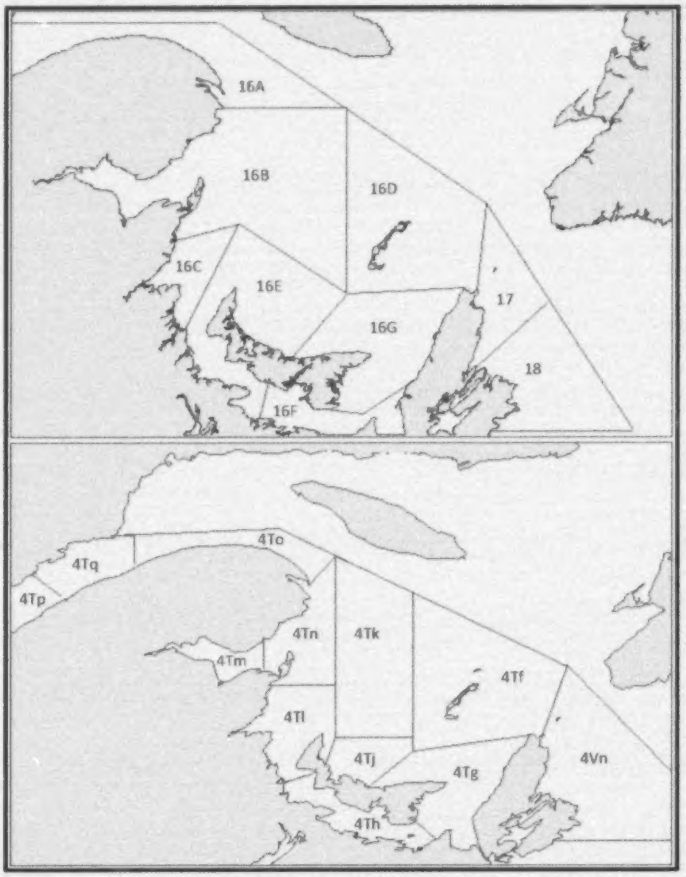

Figure 1. Zones de gestion de la pêche du hareng dans le sud du golfe du Saint-Laurent (en haut), et divisions 4T et zones unitaires 4Vn de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) (en bas).

Les recommandations sur la composante des reproducteurs d'automne de la dernière évaluation de mars 2014 ne s'appliquaient qu'à la pêche de 2014 (MPO 2014). Cela s'explique par le fait que deux modèles de population, dont les hypothèses différaient quant à la capturabilité par les filets maillants, ont été pris en compte, produisant ainsi différentes interprétations quant à l'état du stock et aux recommandations de captures (tableau 1). De plus, ni l'un ni l'autre de ces modèles n'a été jugé approprié, car les deux étaient caractérisés par une importante absence de concordance entre les indices et par des tendances rétrospectives.

Tableau 1. Différences entre les hypothèses de modèle, l'état du stock et les options de captures pour les deux modèles de population examinés dans le cadre de la précédente réunion d'examen par les pairs concernant le hareng du sud du Golfe en mars 2014 (MPO 2014; LeBlanc et al. 2015).

Caractéristiques	Modèle 1	Modèle 2
Hypothèse	Capturabilité constante selon l'âge dans les filets maillants	Tendance dans la capturabilité des âges 4 et 5 depuis 2004
Tendance de l'abondance	Déclin du sommet atteint en 2009	Déclin du sommet atteint en 2009
Taux d'exploitation estimé en 2013 (niveau de référence $F_{0,1}$ = 25 %)	31 %	21 %
Biomasse du stock reproducteur en 2014 (t)	98 000	182 800
Zone d'état de l'approche de précaution (point de référence supérieur du stock B_{PRS} = 172 000 t)	Zone de prudence	Zone saine
Tendance rétrospective	Oui	Oui
Recommandation de captures à $F_{0,1}$ (t)	22 100	38 017

Un examen du cadre de l'approche d'évaluation pour la composante des reproducteurs d'automne a été recommandé pour combler les lacunes repérées et examiner d'autres formules de modèle (MPO 2014). Une mise à jour des recommandations de captures pour la composante des reproducteurs d'automne de la pêche de 2015 a été élaborée selon les conclusions et les recommandations découlant de l'examen du cadre du 13 au 15 avril 2015.

Description de la pêche en 2014

Le total autorisé des captures (TAC) pour la composante des reproducteurs d'automne en 2014 était de 35 280 t (tableau 2). Dans la pêche d'automne de 2014, 84 % du TAC de l'automne a été atteint; les senneurs ont capturé 48 % de leur allocation pendant les saisons de pêche de printemps et d'automne, tandis que la flottille de pêche côtière au filet maillant a capturé 95 % de son allocation (tableau 2). Les prises totales estimées de la composante des reproducteurs d'automne dans les pêches de 2014 ont été de 29 141 t, soit 25 785 t par les pêcheurs au filet maillant et 3 356 t par la flottille de senneurs (figure 2; tableau 3).

La plupart des captures au filet maillant pendant la saison de pêche d'automne de 2014 ont été effectuées dans la zone 16B (tableau 3). Moins de 1 % des captures au filet maillant étaient des reproducteurs de printemps; ces prises en provenance de l'extérieur des zones de frai et dans la première partie de la saison. Les harengs reproducteurs du printemps représentaient 13 % des captures par les senneurs dans les saisons de pêche de printemps et d'automne (tableau 3).

Tableau 2. Total autorisé des captures (TAC; t) par flottille et dans l'ensemble pour la saison de pêche d'automne et débarquements préliminaires par flottille et dans l'ensemble pour la saison de pêche d'automne du hareng de l'Atlantique de 2014. Les données sur les captures proviennent du fichier informatisé sur les échanges entre les zones et les fichiers de bordereau d'achat proviennent des données de surveillance des quotas et des journaux de bord.

Flottille	TAC (t)	Part (%)	Débarquements (t)	% du TAC
Côtière (filets maillants)	27 252	77	25 916	95 %
Senneurs	8 028	23	3 841[1]	48 %
Total	35 280	100	29 757	84 %

[1] Dans le cas des senneurs, les débarquements, qui étaient principalement composés de reproducteurs d'automne, ont été réalisés dans les saisons de pêche de printemps et d'automne.

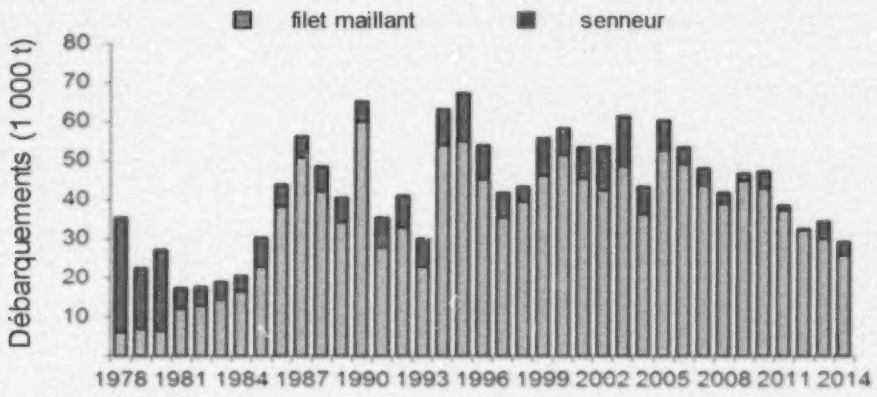

Figure 2. Total des débarquements (1 000 t; à l'exclusion des débarquements autorisés de poisson-appât) par type d'engin de la composante des reproducteurs d'automne du hareng de l'Atlantique de la division 4T de l'OPANO, de 1978 à 2014.

Tableau 3. Total autorisé des captures (t) par flottille et par zone, et débarquements préliminaires correspondants (t) des reproducteurs d'automne par flottille et par zone en 2014. Les données sur les captures proviennent du fichier informatisé sur les échanges entre les zones et les fichiers de bordereau d'achat proviennent des données de surveillance des quotas et des journaux de bord. L'attribution des reproducteurs d'automne est issue d'un l'échantillonnage.

Flottille et zone	Saison	TAC (t)	Captures préliminaires (t) en 2014
Côtière (filets maillants)			
Isle Verte 16A	Du 1er juil. au 31 déc.	43	5
Baie-des-Chaleurs 16B	Du 1er juil. au 31 déc.	12 656	13 335
Escuminac 16C et ouest de l'Î.-P.-É. 16E	Du 1er juil. au 31 déc.	5 176	5 107
Îles de la Madeleine 16D	Du 1er juil. au 31 déc.	175	21
Pictou 16F	Du 1er juil. au 31 déc.	5 317	5 215
Banc Fisherman 16G	Du 1er juil. au 31 déc.	3 535	2 231
4Vn	Du 1er juil. au 31 déc.	350	-
Total côtier (reproducteurs de printemps et d'automne)	Du 1er juil. au 31 déc.	27 252	25 916
Total côtier (reproducteurs d'automne seulement)	Du 1er juil. au 31 déc.	-	25 785
Senneurs (> 65 pi)			
Total de senneurs (reproducteurs de printemps et d'automne)	Printemps et automne	8 028	3 841
Total de senneurs (reproducteurs d'automne seulement)	Printemps et automne	8 028	3 356
Total des flottilles (reproducteurs de printemps et d'automne)	-	35 280	29 757
Total des flottilles (reproducteurs d'automne seulement)	-	-	29 141

Recommandations découlant de l'examen cadre des méthodes d'évaluation

L'examen cadre des méthodes d'évaluation pour la composante des reproducteurs d'automne du hareng de l'Atlantique dans le sGSL a été effectué entre le 13 et le 15 avril 2015. Les modifications à l'approche d'évaluation (MPO 2014; LeBlanc *et al.* 2015) qui ont été recommandées comprennent les suivantes :

- élaborer des indices d'abondance pour trois régions dans le sGSL;
- intégrer de nouveaux indices d'abondance pour l'ensemble de la zone de stock (4T);
- intégrer les effets des changements de la taille selon l'âge sur la sélectivité de la pêche à engins fixes (filets maillants);
- modéliser l'abondance à l'aide d'un modèle de population qui permet d'estimer l'abondance des trois régions;
- tenir compte des différences entre les trois régions dans les variations de la capturabilité en fonction du temps (q).

Les changements dans la mortalité naturelle (M) ont été examinés. Le fait de permettre des variations dans la mortalité naturelle en fonction de la période pour deux groupes de taille de hareng n'a pas produit de meilleurs modèles adaptés aux indices d'abondance et par conséquent cette hypothèse n'a pas été retenue dans les modèles.

Les estimations de la biomasse propre aux frayères obtenues à partir de collectes de données acoustiques dirigées par l'industrie au cours de voyages de pêche n'ont pas pu être utilisées comme indices d'abondance. Cela s'explique par le fait que la conception des relevés et les procédures d'échantillonnage n'ont pas pu fournir des indices de biomasse à l'intérieur d'une saison qui étaient représentatifs des indices d'abondance entre les frayères au cours d'une année, ni à l'intérieur des frayères d'une année à l'autre.

Indices et données d'entrée

Trois régions de pêche qui couvrent l'ensemble de la zone de stock de harengs reproducteurs d'automne du sGSL et qui sont définies d'après des frayères de harengs traditionnelles et des zones de pêche ont été identifiées (voir la figure 1) :

- Nord (Gaspé et Miscou; sous-zone 4Tmnopq de l'OPANO);
- Centrale (Escuminac-Richibucto et ouest de l'Île-du-Prince-Édouard; sous-zone 4Tl de l'OPANO);
- Sud (Fisherman's Bank et Pictou; sous-zone 4Tfghj de l'OPANO).

Les limites des régions ont été définies en fonction de la couverture spatiale de l'échantillonnage des pêches disponible depuis 1978. Les données d'entrée et les indices propres aux régions comprennent les captures-à-l'âge de la pêche (de 1978 à 2014), les captures-à-l'âge (âges 4 à 10) par unité d'effort de la pêche aux filets maillants (de 1986 à 2014) et les captures-à-l'âge (âges 3 à 10) par unité d'effort de la pêche aux filets maillants expérimentaux à panneaux multiples (de 2002 à 2013). Les données d'entrée communes à toute la zone du sGSL comprennent des indices d'abondance de juvéniles de reproducteurs d'automne (âges 2 et 3) issus du relevé acoustique de recherche (1994 à 2014) et des indices d'abondance selon l'âge (âges 4 à 6) des reproducteurs d'automne issus des relevés multi-espèces au chalut de fond (de 1994 à 2011). D'autres renseignements propres aux régions comprennent des estimations relatives de sélectivité selon l'âge (âges 4 à 10) de 1986 à 2014, calculées à l'aide des proportions annuelles estimées de filets maillants dans la pêche de chaque région qui sont de $2^{5}/_{8}$ po ou de $2^{3}/_{4}$ po (selon les sondages téléphoniques d'après-saison) et des tendances de la longueur moyenne selon l'âge pour le sGSL.

Analyse et réponse

Indicateurs de l'état du stock

Captures-à-l'âge par unité d'effort de la pêche commerciale au filet maillant

Les indices des captures par unité d'effort au filet maillant sont définis comme le nombre de captures par filet levé standard. Les données sur les captures proviennent des débarquements enregistrés par région et par semaine. L'effort hebdomadaire par région est le nombre de voyages, provenant de la base de données sur les débarquements enregistrés, multiplié par le nombre estimatif de filets levés standards par voyage. Ce dernier a été calculé comme le produit du nombre moyen de filets par voyage et du nombre moyen de levés par voyage, selon le sondage téléphonique mené après la pêche auprès des pêcheurs de hareng actifs et, depuis 2005, à partir des données disponibles de surveillance à quai (LeBlanc *et al.* 2015). Des modèles multiplicatifs distincts ont été appliqués aux données sur les captures par unité d'effort de chaque région afin de calculer les indices annuels d'abondance (kg par filet levé standard), regroupés pour tous les âges, en fonction de la semaine de pêche. Les indices par âge (nombre par trait) ont été calculés à partir des valeurs des captures par unité d'effort regroupées représentant les estimations des captures et du poids selon l'âge par région. Selon l'examen de cohérence interne (capacité des indices des captures par unité d'effort à suivre les cohortes), les indices regroupés par âge étaient pertinents pour les âges 4 à 10, à l'échelle d'une région donnée et pour le sGSL dans son ensemble.

Les valeurs estimatives propres aux régions des captures par unité d'effort sont présentées dans les figures 3 et 4. On a récemment constaté une baisse des taux de captures de harengs plus jeunes (âges 4 et 5) et une augmentation des taux de captures de harengs plus âgés (7 ans et plus) dans toutes les régions. Toutefois, les déclins dans les taux de captures de harengs plus jeunes ont été plus prononcés dans la région sud (figures 3 et 4).

Indices d'abondance des filets maillants à panneaux multiples pour les trois régions

Les filets maillants expérimentaux à panneaux multiples ont été utilisés chaque année, de 2002 à 2013, au cours de la pêche commerciale d'automne. Chaque filet maillant expérimental était composé de cinq panneaux, chacun ayant un maillage différent, à partir d'un ensemble de sept maillages possibles, variant de 2 po à $2^{3}/_{4}$ po par incréments de $^{1}/_{8}$ po. Les panneaux de tous les filets maillants avaient un maillage de $2^{1}/_{2}$ po, de $2^{5}/_{8}$ po et de $2^{3}/_{4}$ po, en plus de deux maillages plus petits variant d'un pêcheur à l'autre. À l'origine, les filets expérimentaux ont été fournis à un ou deux pêcheurs par région pour recueillir des données sur la taille du hareng et vérifier l'indice de réflexion acoustique au cours des relevés acoustiques propres aux frayères. Les taux des captures par âge normalisés ont été calculés à l'aide des données sur les prises réalisées avec les filets expérimentaux et d'un modèle de sélectivité du maillage qui tient compte des changements dépendant de la longueur dans la capturabilité entre les mailles. Les estimations ont été produites par région de 2002 à 2013. Il n'y avait pas de données pour la région Nord en 2007 et 2013, ni pour la région Centrale en 2002. En 2010, les données relatives à la région Centrale ont été exclues de l'analyse, car les prises n'ont pas été considérées comme représentatives de cette région pour l'année en question. En général, les indices suivent raisonnablement bien les cohortes, malgré la petite taille des échantillons, pour les trois régions et les âges 3 à 10. Les indices laissent entendre qu'il y a eu une augmentation de l'abondance du hareng dans la région Nord, qu'il n'y a eu aucune tendance marquée dans la région Centrale et qu'il y a eu un déclin global dans la région Sud, en particulier chez les harengs plus jeunes (figure 5).

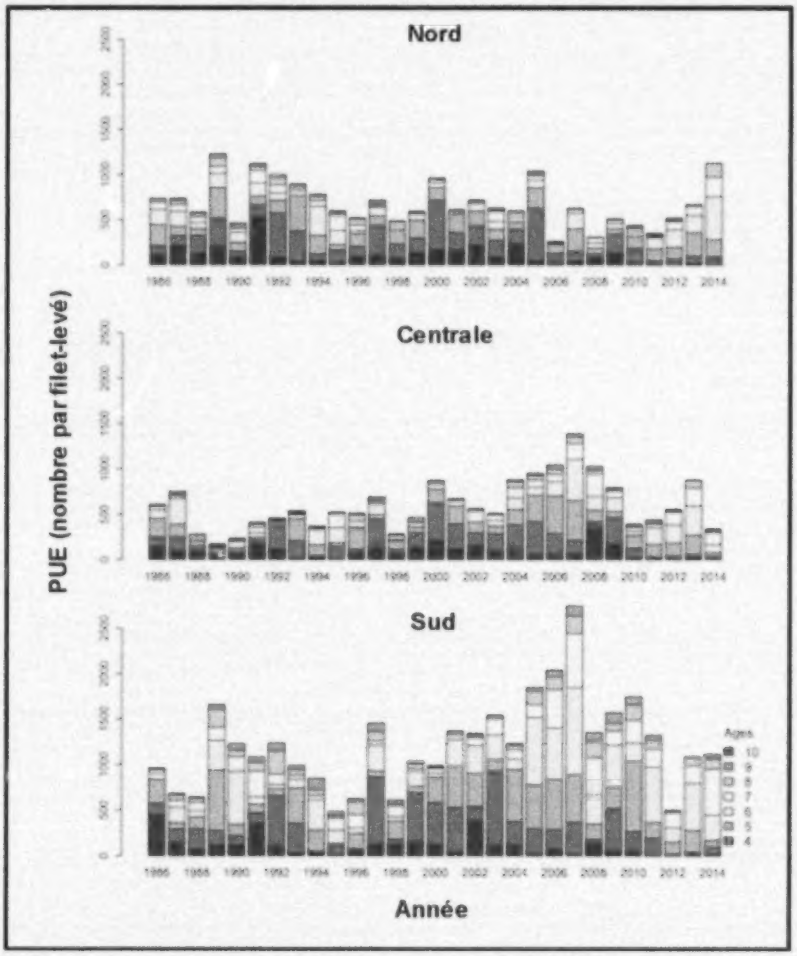

Figure 3. Histogrammes des indices des captures par unité d'effort au filet maillant (nombre par filet levé) pour les âges 4 à 10 dans la région Nord (graphique du haut), la région Centrale (graphique du milieu) et la région Sud (graphique du bas), de 1986 à 2014.

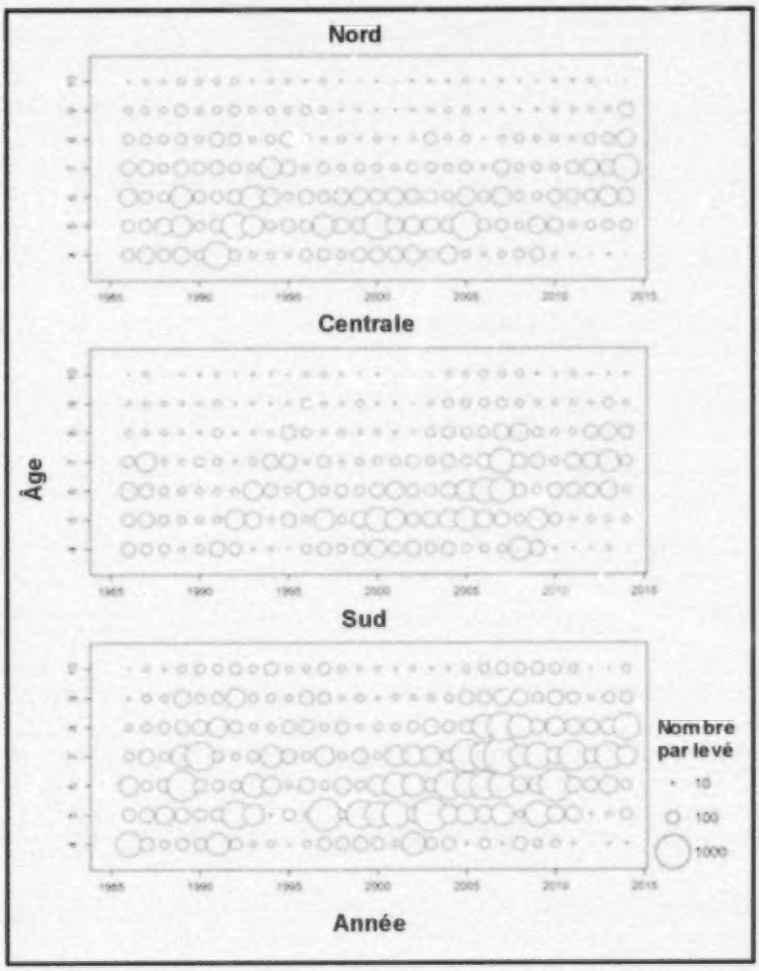

Figure 4. Graphiques à bulles des indices des captures par unité d'effort au filet maillant (nombre par filet levé) selon l'âge (4 à 10 ans), par région, Nord (graphique du haut), Centrale (graphique du milieu) et Sud (graphique du bas), de 1986 à 2014.

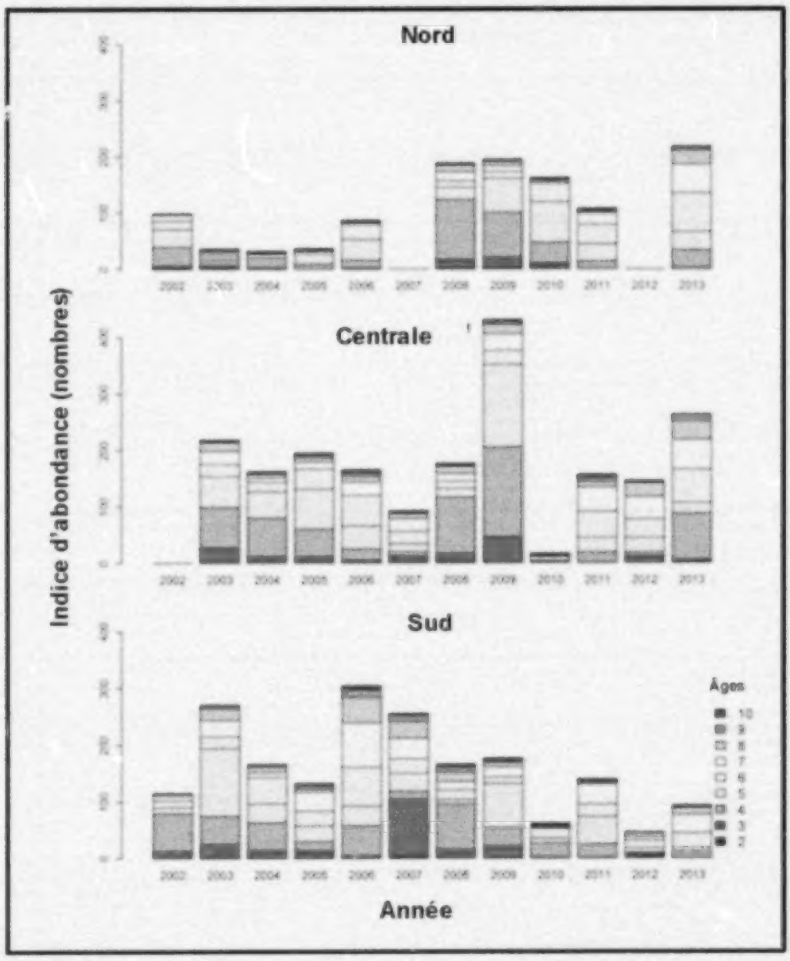

Figure 5. Histogrammes des indices d'abondance (nombres) avec des filets expérimentaux selon l'âge (de 2 à 10 ans) dans la région Nord (graphique du haut), la région Centrale (graphique du milieu) et la région Sud (graphique du bas), de 2002 à 2013. Il n'y avait pas de données pour la région Nord en 2007 et 2012, ni pour la région Centrale en 2002.

Indice du relevé acoustique pour les âges 2 et 3

Depuis 1991, un relevé acoustique annuel indépendant de la pêche est mené en septembre et en octobre dans le sGSL. Même si le relevé annuel standard ne se déroule que dans la zone Chaleurs-Miscou, l'indice acoustique est considéré comme étant représentatif de l'abondance du stock de hareng du sGSL. Certaines années, le relevé a également couvert les eaux au nord de l'Île-du-Prince-Édouard, mais les observations qui y ont été faites ne sont pas incluses dans l'indice normalisé. Le relevé utilise des transects parallèles aléatoires à l'intérieur de strates, avec deux navires : un navire acoustique pour quantifier la biomasse des bancs de poissons et un navire de pêche pour prendre des échantillons de poissons à l'aide d'un chalut pélagique (LeBlanc *et al.* 2015). La cohérence interne de l'indice a été jugée appropriée pour les âges 2 et 3.

Les indices d'abondance des juvéniles (âges 2 et 3) des reproducteurs d'automne du relevé acoustique laissent entendre que l'abondance de l'âge 2 était relativement élevée en 2014, ce qui représente une

augmentation suite à l'une des plus faibles valeurs estimées en 2013. En revanche, l'abondance de l'âge 3 en 2014 était inférieure à la moyenne, mais plus élevée qu'en 2013 (figure 6).

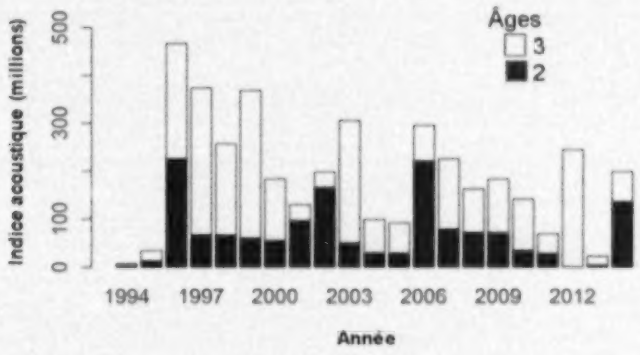

Figure 6. Indice acoustique des juvéniles (en millions de poissons, pour les âges 2 et 3) des reproducteurs d'automne, de 1994 à 2014.

Indice du relevé multi-espèces au chalut de fond pour les âges 4 à 6

Un relevé multi-espèces annuel au chalut de fond, réalisé en septembre de chaque année depuis 1971, fournit des renseignements sur l'abondance et la répartition du hareng de 4T dans l'ensemble du sGSL. L'échantillonnage des prises de hareng depuis 1994 a permis de créer un indice par âge pour chaque groupe de reproducteurs. Les données sont disponibles pour la période allant de 1994 à 2011. Ces données n'ont pas été utilisées dans l'évaluation précédente étant donné que l'indice n'a pas permis de suivre adéquatement les abondances de cohortes (LeBlanc *et al.* 2015), mais l'analyse de ces données avec un autre modèle a fourni un indice d'abondance pour les âges 4 à 6 qui a démontré une certaine cohérence interne dans le suivi des cohortes. Les indices indiquent une tendance à la hausse de harengs de 4 ans à partir du milieu des années 1990 à 2011, et une abondance généralement plus élevée de harengs de 6 ans dans les années 2000 par rapport aux années 1990 (figure 7).

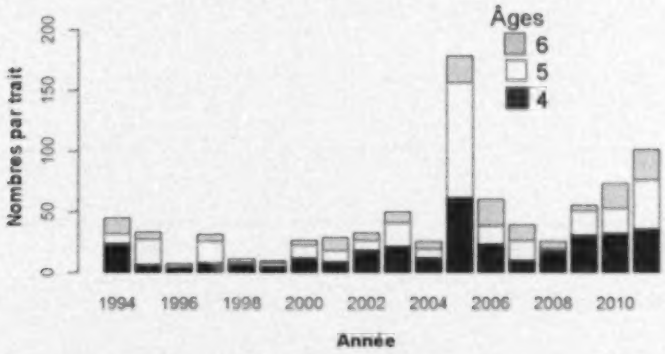

Figure 7. L'indice d'abondance du relevé multi-espèces au chalut de fond (nombre de poissons par trait normalisé) pour les harengs reproducteurs d'automne pour les âges 4 à 6, de 1994 à 2011.

Intrants pour la modélisation de l'abondance

Changements dans la sélectivité de la pêche au filet maillant

Deux facteurs sont susceptibles d'avoir eu une incidence sur la capturabilité du hareng dans la pêche au filet maillant au fil du temps : les changements de la taille selon l'âge et les changements dans le maillage utilisé par les pêcheurs.

Les longueurs selon l'âge dans la pêche diminuent de façon constante depuis 1978 pour tous les groupes d'âge, soit d'environ 20 % en moyenne jusqu'à 2014 (figure 8). La longueur moyenne du hareng à l'âge 8 en 2014 est à peu près la même que celle du hareng à l'âge 4 ans à la fin des années 1980 (figure 8).

Différentes proportions de filets à maillage de $2^5/_8$ po et de $2^3/_4$ po sont utilisées dans la pêche de l'automne. Le maillage minimal des filets maillants est fixé à $2^5/_8$ po depuis 1993. À partir de 1992, de nombreux pêcheurs ont commencé à utiliser des maillages plus gros ($2^3/_4$ po), mais en 2002, la proportion de filets maillants de $2^5/_8$ po dans la pêche d'automne est revenue à ce qu'elle était avant 1992 (figure 9). Certaines différences régionales existaient dans les proportions, particulièrement entre 1990 et 2008, mais depuis 2008, les proportions de maillage de $2^5/_8$ po sont élevées (entre 0,94 et 0,99) dans toutes les régions.

Les données provenant des filets maillants expérimentaux à panneaux multiples ont été utilisées pour modéliser la sélectivité relative à la longueur du hareng dans des filets à maillage de $2^5/_8$ po et de $2^3/_4$ po. Ces courbes de sélectivité par taille ont été combinées avec les répartitions annuelles de la longueur selon l'âge en se fondant sur les prises de la pêche à engin mobile, qui étaient considérées comme étant moins sélectives pour la taille selon l'âge que les filets maillants, pour calculer les coefficients de sélectivité des mailles de $2^5/_8$ po et de $2^3/_4$ po. Ceux-ci ont ensuite été combinés aux proportions relatives des filets à mailles de $2^5/_8$ po et de $2^3/_4$ po dans chaque région (figure 9) pour obtenir les sélectivités relatives selon l'âge dans les pêches au filet maillant de chaque région (figure 10). Entre 1986 et 2014, les sélectivités relatives ont fait l'objet d'une diminution continue chez les plus jeunes âges (âges 4 à 6), d'une diminution récente chez les groupes d'âge 7, d'une augmentation jusqu'au milieu des années 2000 et d'une diminution depuis 2010 chez les groupes plus âgés (figure 10).

Ces estimations ont été utilisées pour prendre en compte les changements de la taille selon l'âge et les variations dans les proportions de maillage. Les sélectivités de la pêche ont servi à modéliser l'abondance et à estimer le coefficient de capturabilité selon l'âge pour chaque région.

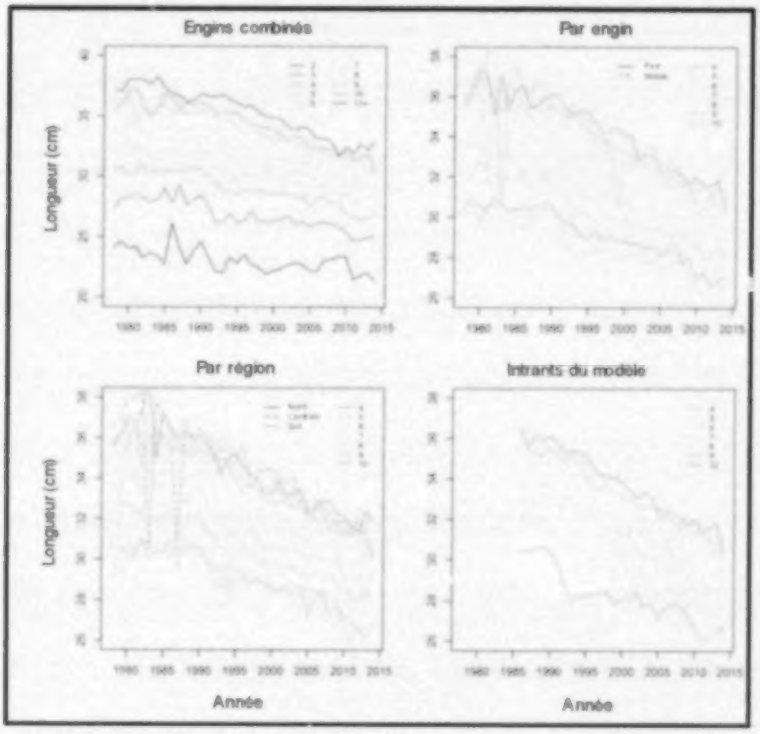

Figure 8. Tendances de la longueur à l'âge (à la fin de l'été et au début de l'automne) des harengs reproducteurs d'automne dans les pêches à engins mobiles et fixes (filet maillant) combinés (en haut à gauche), par engin (en haut à droite) et par région pour les filets maillants seulement (en bas à gauche). Le graphique en bas à droite indique les valeurs de la pêche à engins mobiles qui sont considérées comme étant plus représentatives de la longueur selon l'âge de la population et qui ont servi comme intrants pour les modèles.

Figure 9. Proportions de filets maillants dans la pêche d'automne dont le maillage était de $2^5/_8$ po (maillage minimal depuis 1993), pour les trois régions dans le sud du golfe du Saint-Laurent, de 1986 à 2014. On présume que le maillage des autres filets utilisés dans la pêche était de $2^3/_4$ po.

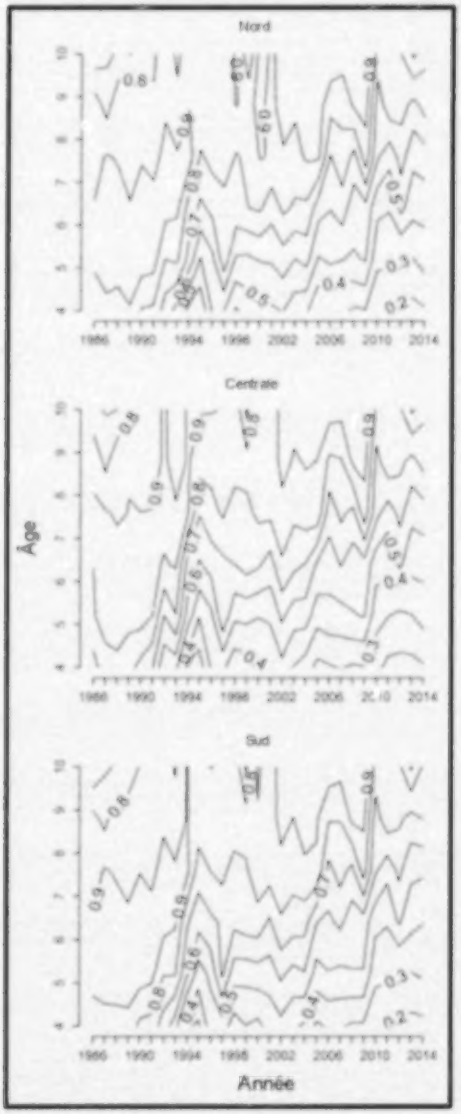

Figure 10. Tracés de contours des sélectivités relatives en fonction de l'âge et de l'année dans la pêche au filet maillant du hareng d'automne dans la région Nord (graphique du haut), la région Centrale (graphique du milieu) et la région Sud (graphique du bas), de 1986 à 2014. Ces valeurs ont été calculées à partir de la proportion annuelle des filets par maillage et par région et des courbes de fréquences de la sélectivité du maillage selon l'âge.

Prises-à-l'âge par région

Les prises-à-l'âge dans la pêche ont été compilées par région et par année. Les prises au filet maillant ont été attribuées à la région de capture. Les prises par les senneurs de hareng ont été attribuées à la région la plus près du lieu de capture. Les prises effectuées dans la sous-division 4Vn de l'OPANO au cours d'une pêche à la senne d'hiver (avant 1999) ont été attribuées à chaque région en fonction des autres prises de chaque région au cours de la même année.

Les matrices des prises et du poids selon l'âge des composantes des reproducteurs d'automne du hareng de 4T comprennent les prises effectuées par des flottes à engins fixes et mobiles. Elles ont été calculées à partir des clés d'âge-longueur et des relations longueur-poids d'un échantillonnage de chaque zone principale de pêche et de chaque saison. On a présumé que les poids individuels selon l'âge pour l'ensemble de la zone s'appliquaient à chacune des trois régions, étant donné le peu de signes de différences régionales.

Les prises-à-l'âge par région qui ont été utilisées dans l'adaptation du modèle initial des deux types d'engin combinés sont présentées dans la figure 11. Les prises des plus jeunes âges (inférieurs à l'âge 6) ont récemment diminué dans les pêches en conformité avec les changements estimés dans la sélectivité par la flottille de pêche au filet maillant.

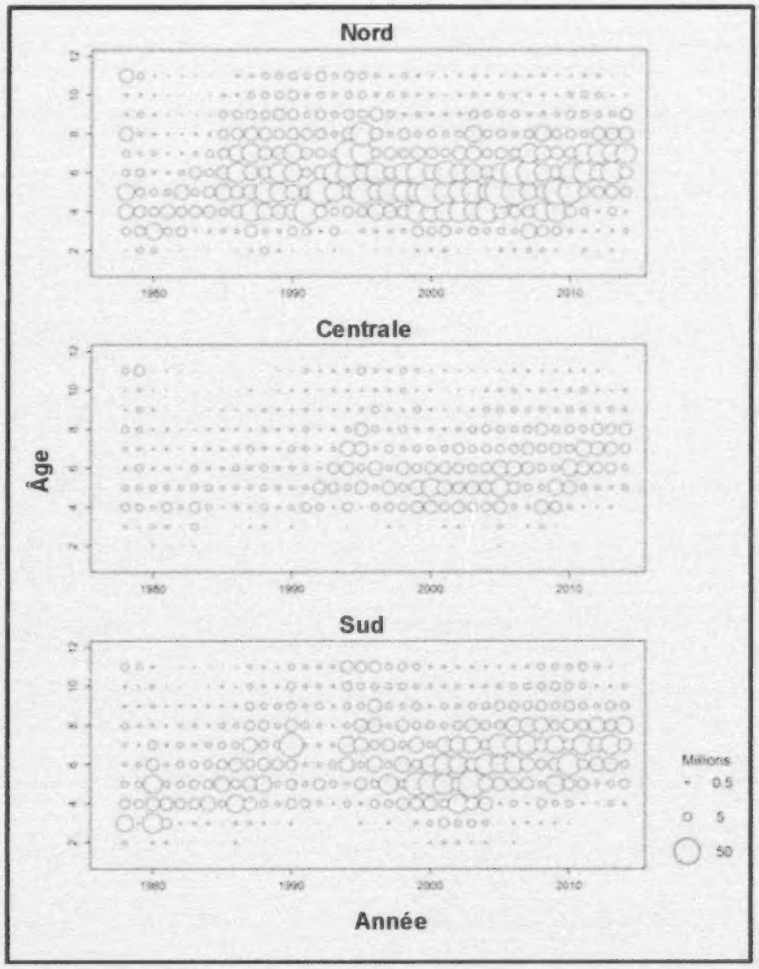

Figure 11. Graphiques à bulles des prises selon l'âge (nombre en millions) dans la pêche pour les engins mobiles et les engins fixes combinés, dans la région Nord (graphique du haut), la région Centrale (graphique du milieu) et la région Sud (graphique du bas), de 1978 à 2014. L'aire des bulles est proportionnelle au nombre de poissons dans les prises selon l'âge. Il est à noter que les prises indiquées à l'âge 11 représentent les prises pour les âges 11 et plus.

Estimations de la biomasse du stock reproducteur

Description de modèle et résultats

Une calibration des analyses de cohortes a été utilisée pour modéliser l'abondance selon l'âge. Les reproducteurs d'automne de trois régions, soit la région Nord, la région Centrale et la région Sud, ont été traités comme trois populations distinctes, bien que le fondement biologique de cette distinction n'ait pas encore été confirmé (p. ex. par voie d'analyse génétique). Les captures de la pêche selon l'âge propres à la région, les indices des captures par unité d'effort de la pêche au filet maillant et les indices des captures aux filets expérimentaux ont été utilisés dans l'adaptation du modèle. Les indices des relevés acoustiques et au chalut de fond ont été considérés comme des indices d'abondance pour le stock du sGSL, c'est-à-dire la somme des trois populations. Les sélectivités annuelles relatives à l'âge pour chaque région ont été prises en compte comme données d'entrée. Le modèle comprenait une estimation de tendances au fil du temps en matière de capturabilité des pêches indépendante pour chaque région.

Les changements de capturabilité au fil du temps dans la région Nord ont été relativement faibles (figure 12). Dans la région Sud, la capturabilité a commencé à augmenter vers le milieu des années 1990 pour ensuite augmenter fortement et de façon continue depuis le milieu des années 2000. L'augmentation globale dans la région Sud a augmenté d'un facteur de cinq. Dans la région Centrale, la capturabilité était relativement faible au début des années 1990 et elle est élevée depuis la fin des années 1990. Avant 2007, la capturabilité des pêches était la plus élevée dans la région Centrale. Les tendances de capturabilité pour la région Sud correspondent aux changements apportés aux pratiques de pêche signalés par les pêcheurs locaux, tandis que la stabilité relative de la capturabilité pour la région Nord correspond à un maintien général signalé des pratiques traditionnelles de pêche.

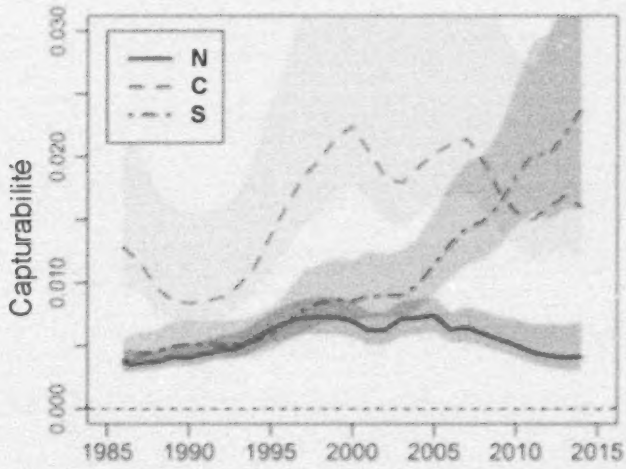

Figure 12. Tendances estimées dans la capturabilité (q) des harengs pleinement recrutés à la pêche au filet maillant par région pour le modèle, de 1986 à 2014. Les lignes indiquent la valeur de l'estimation de vraisemblance maximale et les ombrages représentent les bandes de confiance de 95 % fondées sur les échantillons obtenus suivant la méthode de Monte-Carlo par chaîne de Markov. Les régions sont indiquées comme suit : N = Nord, C = Centrale, S = Sud.

La biomasse estimée du stock reproducteur annuel jusqu'à janvier 2015 pour chaque région et pour l'ensemble du sGSL est illustrée à la figure 13. L'abondance prévue des âges 2 en 2013 a été calculée

d'après la biomasse du stock reproducteur (BSR) estimée en 2011 et les taux de recrutement estimés (nombre de recrues d'âge 2 divisé par la BSR qui les a produites) pour les cohortes des cinq années précédentes, de 2006 à 2010. Ces valeurs ont servi à établir des projections pour les âges 4 en 2015, en tenant compte de l'incertitude dans la BSR estimée ainsi que de l'incertitude et de la variabilité dans les taux de recrutement récents.

En date du 1er janvier 2015, la BSR pour l'ensemble du sGSL est estimée à 182 000 t (intervalle de confiance de 95 % de 109 000 à 295 000). Il y avait une probabilité de 53 % que la BSR était supérieure à la valeur de B_{PRS} (172 000 t) au début de 2015 (figure 13). Le 1er janvier 2014, la BSR estimée était d'environ 173 000 t, soit une valeur légèrement inférieure à celle du modèle 2 (182 000 t) dans les évaluations précédentes (MPO 2014; LeBlanc *et al.* 2015).

Les tendances relatives à la BSR estimée diffèrent d'une région à l'autre (figure 13). La BSR estimée dans la région Nord est demeurée élevée depuis 2009, mais elle présente de grandes incertitudes ces dernières années. Les tendances de la BSR dans la région Centrale et particulièrement dans la région Sud montrent une abondance à la baisse depuis 2009 (figure 13). La BSR estimée dans la région Nord est la proportion dominante de la BSR estimée pour le sGSL.

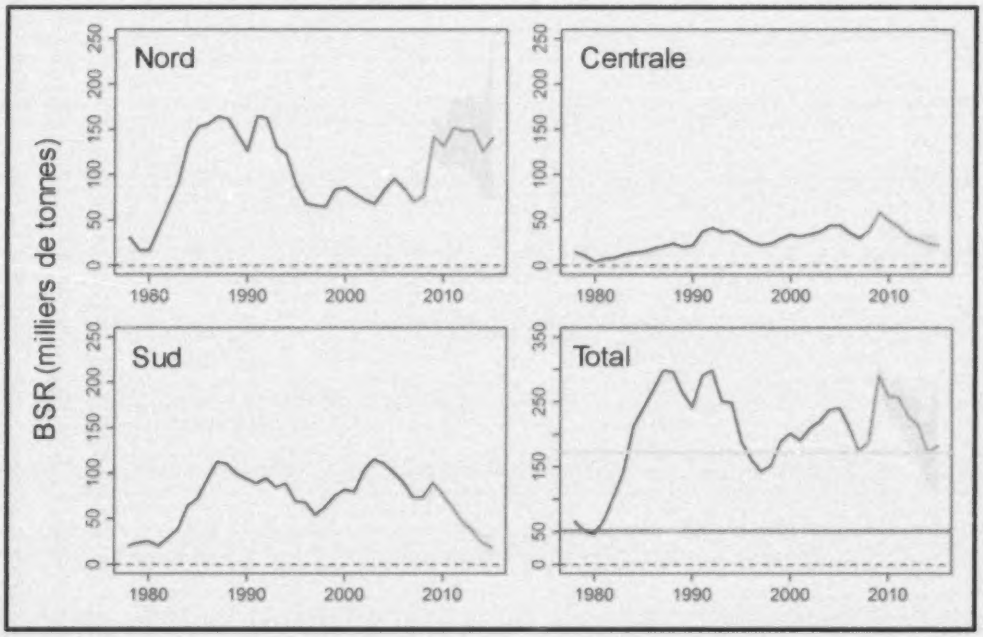

Figure 13. Estimation de la biomasse du stock reproducteur (BSR; en milliers de tonnes) par région et pour tout le sud du golfe du Saint-Laurent (total; graphique inférieur droit). La ligne supérieure jaune dans le graphique de l'estimation totale est le point de référence supérieur du stock (B_{PRS} = 172 000 t) et la ligne inférieure rouge dans le même graphique est le point de référence limite (B_{lim} = 51 000 t). L'ombrage indique les bandes de confiance de 95 %.

L'abondance estimée de la cohorte de 2010 à l'âge 2 ans est la plus faible jamais enregistrée dans le sGSL (figure 14). Cette cohorte a également été estimée comme étant la plus faible jamais enregistrée dans les régions Nord et Sud, mais dans la région Centrale, la cohorte de 2008 et des cohortes dans les années 1980 et à la fin des années 1970 étaient plus faibles (figure 14).

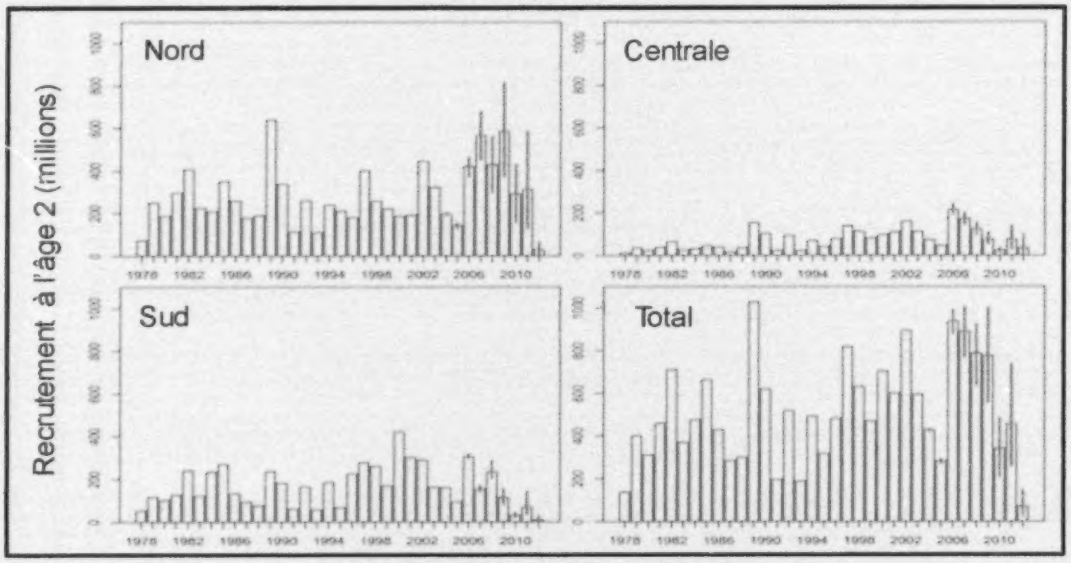

Figure 14. L'abondance annuelle estimée (nombre) des recrues d'âge 2 par région et pour le sud du golfe du Saint-Laurent dans son ensemble (graphique inférieur droit), selon l'année d'estimation. Les lignes verticales rouges sont les intervalles de confiance de 95 %. La dernière estimation en 2012 représente l'abondance de la cohorte de 2010.

Projections et recommandations de captures pour la pêche de 2015

Les projections de l'abondance au 1er janvier 2016 ont été effectuées par région et additionnées afin d'obtenir des estimations de l'abondance pour l'ensemble du sGSL. Des projections stochastiques fondées sur la méthode de Monte-Carlo par chaîne de Markov (MCCM) ont été utilisées afin d'intégrer l'incertitude dans les estimations des modèles de population et les caractéristiques de la pêche. Des niveaux de captures passant de 10 000 t à 50 000 t par incrément de 2 000 t ont été évalués.

Dans le cas de chaque région et poru chaque tirage de l'échantillon MCCM, un recrutement prévu des âges 2 en 2013 à 2015 a été obtenu en choisissant au hasard des taux de recrutement parmi les cinq dernières estimations disponibles (cohortes 2006 à 2010). La mortalité naturelle (M) a été fixée à 0,2.

En raison des tendances à la baisse des poids-à-l'âge, des poids-à-l'âge des prises pour chaque population ont été choisis au hasard seulement dans les quatre années les plus récentes (de 2011 à 2014). Un vecteur de recrutement partiel à la pêche a été sélectionné pour chaque région, en se fondant sur les estimations des cinq années récentes (de 2008 à 2012). La maturité selon l'âge présentait les mêmes valeurs que celles présumées dans les évaluations précédentes.

Afin d'évaluer les possibilités de captures, les captures ont été divisées entre les trois régions en fonction des proportions des captures réalisées dans les cinq dernières années. Pour chaque itération, des proportions de captures ont été choisies au hasard dans l'une de ces années.

La BSR prévue au début de l'année 2016 est très incertaine en raison des grandes incertitudes dans les futurs niveaux de recrutement. Les taux de recrutement échantillonnés à partir des estimations des cinq années les plus récentes montrent une grande variabilité des valeurs utilisées dans les régions ou entre elles (figure 15). Les dernières estimations du taux de recrutement présentent une tendance à la baisse. Si cette tendance persiste, les projections sont trop optimistes. Par ailleurs, le seul indice de recrutement à l'âge 2 en 2014 (du relevé acoustique) est très élevé (figure 6), bien que très incertain. Si

la classe d'âge de 2012 est effectivement très forte, les projections sont peut-être excessivement pessimistes.

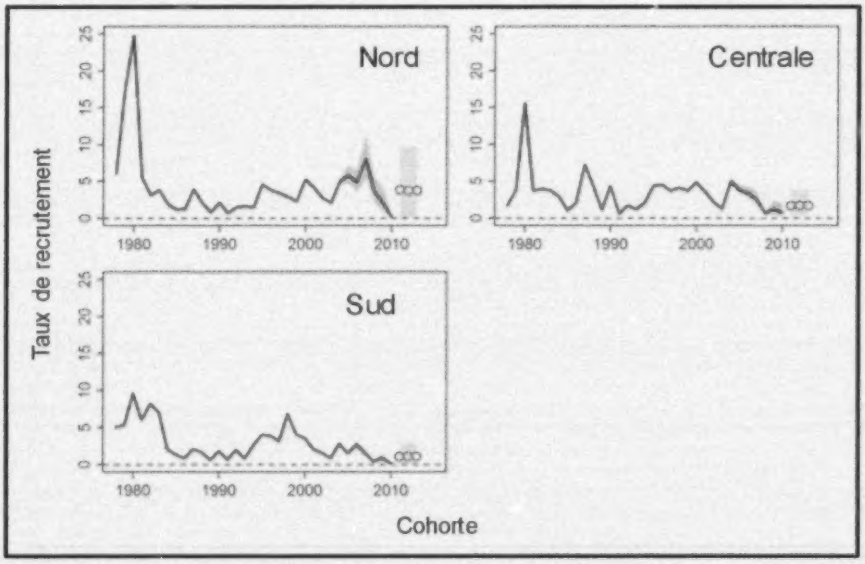

Figure 15. Taux de recrutement estimés à l'âge 2 par région (avec intervalles de confiance connexes à 95 %). Les cercles indiquent les taux de recrutement moyens prévus et l'ombrage, l'intervalle central à 95 % des taux utilisés dans les projections de la BSR au début de l'année 2016 pour le sud du golfe du Saint-Laurent dans son ensemble.

Selon ces projections, les probabilités de dépasser le niveau de référence du prélèvement pleinement recruté fondé sur $F_{0,1}$ (F = 0,32) pour les âges 5 à 10 pour différentes possibilités de captures dans la pêche de 2015 sont illustrées dans la figure 16 (graphique de gauche) et dans le tableau 4. Les probabilités que, le 1er janvier 2016, la BSR soit inférieure à celle du point de référence supérieur du stock (B_{PRS} = 172 000 t) sont présentées dans le graphique de droite de la figure 16 et dans le tableau 4. Des captures d'environ 30 000 t pour la composante de reproducteurs d'automne dans l'ensemble du sGSL se traduiront par une probabilité de dépassement du niveau de référence du prélèvement de 50 %. Avec une telle quantité de captures, la probabilité que la BSR au début de l'année 2016 soit inférieure au B_{PRS} est d'environ 40 % (figure 16; tableau 4). La probabilité que la BSR au début de l'année 2016 soit sous le point de référence limite (B_{lim} = 52 000 t) dans toutes les possibilités de captures examinées est relativement nulle.

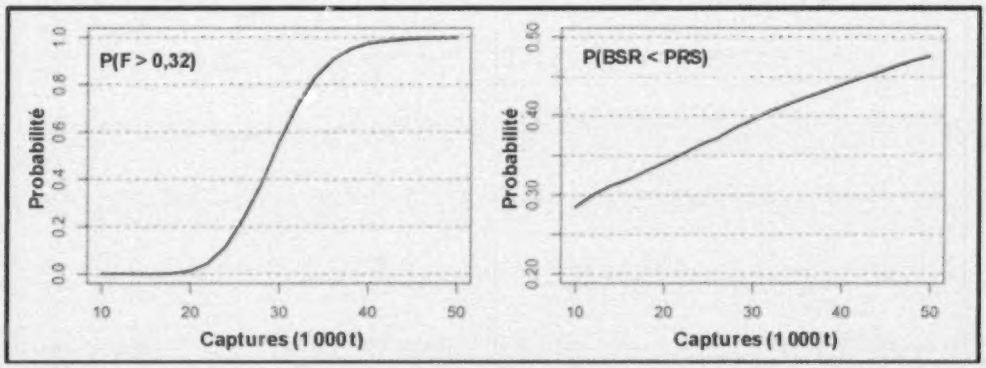

Figure 16. Probabilités que le taux de mortalité par pêche en 2015 dépasse le niveau de référence du prélèvement (F > 0,32; graphique de gauche) et probabilités que la BSR de la composante des reproducteurs d'automne du sud du golfe du Saint-Laurent au début de 2016 soit inférieure au point de référence supérieur du stock (B_{PRS}) (graphique de droite) pour des captures de 10 000 t à 50 000 t dans la pêche de 2015, par palier de 2 000 t.

Tableau 4. Probabilités que le taux de mortalité par pêche en 2015 dépasse le niveau de référence du prélèvement (F > 0,32) et probabilités que la BSR de la composante des reproducteurs d'automne du sud du golfe du Saint-Laurent au début de 2016 soit inférieure au point de référence supérieur du stock (B_{PRS}) pour des captures de 10 000 t à 50 000 t dans la pêche de 2015, par incrément de 2 000 t.

Captures (par 1 000 t)	Probabilité F > 0,32	Probabilité BSR < B_{PRS}
10	0,000	0,284
12	0,000	0,300
14	0,000	0,311
16	0,000	0,319
18	0,002	0,330
20	0,012	0,341
22	0,044	0,352
24	0,114	0,363
26	0,235	0,372
28	0,379	0,385
30	0,557	0,395
32	0,711	0,406
34	0,830	0,415
36	0,907	0,424
38	0,951	0,431
40	0,975	0,440
42	0,985	0,448
44	0,992	0,455
46	0,996	0,463
48	0,998	0,470
50	0,999	0,476

Incertitudes

Les recommandations découlant de l'examen du cadre étaient de modéliser l'abondance pour les trois régions, d'après les données disponibles, et d'intégrer les renseignements sur les changements de la taille à l'âge du hareng ainsi que les variations dans les maillages utilisés dans la pêche à engins fixes (filets maillants). D'autres indices d'abondance indépendants de la pêche ont été intégrés au modèle.

L'estimation de la capturabilité de la pêche au filet maillant indique des différences entre les régions et au fil du temps, en particulier dans la région Sud où l'on estime que la capturabilité par les filets maillants a grandement augmenté depuis 2004. Cette tendance indique que les tentatives actuelles pour estimer l'effort réel de cette pêche (comptabilisation des variations régionales et annuelles du maillage, sélectivités des différentes mailles, nombre de voyages de pêche, nombre moyen de filets par voyage et nombre moyen de filets levés par voyage) sont inadéquates et ne parviennent pas à refléter les changements touchant l'efficacité de la flottille de pêche au fil du temps.

Tel qu'il a été indiqué précédemment (MPO 2014), les indices dépendants de la pêche, comme ceux des captures par unité d'effort de la pêche commerciale au filet maillant, pourraient ne pas être proportionnels à l'abondance en raison de l'hyperstabilité. Les flottilles ciblent les concentrations de reproducteurs et les taux de prises peuvent être maintenus à des niveaux élevés, même lorsqu'il y a déclin de l'abondance. Avec l'amélioration de la technologie, y compris l'acoustique et les communications des flottilles, les taux de prises calculés en fonction des débarquements réalisés et de l'effort nominal seraient susceptibles de présenter ce genre de biais.

La nouvelle approche de modélisation tient compte des populations de harengs reproducteurs d'automne dans trois régions. La dynamique est modélisée indépendamment entre les régions et en supposant que les populations sont fermées, c.-à-d. que la BSR de chaque région produit le recrutement et la BSR future de la région en question. Cette hypothèse audacieuse peut avoir des conséquences sur les estimations d'abondance et de dynamique propres à une région. L'emplacement des frayères de hareng d'automne est annuellement prévisible et des preuves empiriques recueillies grâce au marquage indiquent que les harengs sont fidèles aux frayères où ils ont déjà frayé. Des analyses élémentaires de la structure des otolithes montrent des différences claires entre les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne dans le sGSL, mais pas entre les régions pour les reproducteurs d'automne. Des recherches utilisant la génétique sont en cours pour déterminer s'il y a des différences au niveau de population entre les régions pour les reproducteurs d'automne.

Même si les récents relevés acoustiques dirigés par l'industrie de cinq frayères d'automne ne sont pas pris en compte pour produire des indices d'abondance représentatifs, des modifications à la conception de l'échantillonnage et aux protocoles de collecte des données pourraient à l'avenir produire de tels indices. Des efforts en ce sens devraient être envisagés, puisqu'à l'heure actuelle, le modèle s'appuie en grande partie sur des indices de la pêche pour estimer l'abondance dans chaque région.

Des améliorations ont été constatées dans les tendances rétrospectives en utilisant le modèle recommandé plutôt que les modèles précédents, mais les tendances rétrospectives observées précédemment autour de 2005 et de 2009 ont persisté (LeBlanc *et al.* 2015). Une autre formule de modèle fondée sur l'analyse statistique des prises selon l'âge a été étudiée dans l'examen du cadre, mais le temps n'était pas suffisant pour réaliser l'analyse et l'examen. Les résultats préliminaires obtenus à partir des mêmes données d'entrée ont révélé que la tendance rétrospective de ces années était attribuable à des erreurs d'estimation dans les prises selon l'âge. Des travaux plus poussés sur cette approche de modélisation sont recommandés et celle-ci devrait être examinée plus en détail dans la prochaine évaluation complète du hareng dans le sud du golfe du Saint-Laurent (mars 2016).

Conclusions

Le mis à jour de l'évaluation de la biomasse du stock reproducteur (BSR) de la composante des reproducteurs d'automne du hareng de l'Atlantique du sGSL jusqu'au début de l'année 2015 a été effectué selon les recommandations découlant de l'examen cadre des méthodes d'évaluation pour ce stock. L'examen cadre a eu lieu du 13 au 15 avril 2015 et le compte rendu pour documenter l'examen et les recommandations est en cours de rédaction.

La BSR a été estimée séparément pour trois régions (Nord, Centrale, Sud) et les résultats obtenus ont ensuite été additionnés pour produire la BSR de l'ensemble du sGSL. Les indices d'abondance des trois régions ont été calculés à l'aide des renseignements sur les prises commerciales et l'effort de la pêche au filet maillant (engin fixe) et sur les prises au filet maillant et aux panneaux à mailles multiples expérimentaux. Des variations relatives à la taille selon l'âge, des sélectivités de filets maillants des deux plus importants maillages et des variations relatives aux proportions annuelles des maillages utilisés dans la pêche ont alimenté le modèle. Les indices indépendants de la pêche pour l'ensemble du sGSL qui, à l'heure actuelle, ne sont pas disponibles par région, ont également été utilisés dans le modèle. Le modèle a aussi permis d'appliquer des changements temporels liés à la capturabilité dans chaque région.

La BSR au début de l'année 2015 était estimée à 182 000 t (intervalle de confiance de 95 % de 109 000 t à 295 000 t). La probabilité que la BSR se situait dans la zone saine du cadre de l'approche de précaution (B_{PRS} de 172 000 t) était de 53 % au début de 2015.

La BSR prévue au début de l'année 2016 est très incertaine en raison des grandes incertitudes dans les niveaux de recrutement prévus. Des captures d'environ 30 000 t en 2015 pour la composante de reproducteurs d'automne dans l'ensemble du sGSL se traduiront par une probabilité de dépassement du niveau de référence $F_{0,1}$ de 50 %. Avec une telle quantité de captures, la probabilité que la BSR au début de 2016 soit inférieure au B_{PRS} est moins de 40 %. La probabilité que la BSR au début de l'année 2016 soit sous le B_{lim} (52 000 t) dans toutes les possibilités de captures examinées est relativement nulle.

Collaborateurs

Cette mise à jour de l'évaluation de la biomasse de la composante de reproducteurs d'automne au début de 2015 et des recommandations de captures pour la pêche de 2015 relatives à la composante des reproducteurs d'automne a été achevée le 16 avril 2015, immédiatement après l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock qui a eu lieu du 13 au 15 avril 2015. La version finale des prévisions et des recommandations de captures a ensuite été examinée au cours d'une conférence téléphonique le 23 avril 2015. Les participants à l'examen cadre, ainsi que des représentants de Gestion des pêches du MPO, de l'industrie de la pêche et des gouvernements provinciaux, étaient présents à la réunion et à la conférence téléphonique portant sur l'examen de l'évaluation mise à jour et des recommandations de captures. La liste des participants à l'examen de l'évaluation mise à jour est fournie à l'annexe 1.

Approuvé par :

Doug Bliss
Directeur des Sciences, région du Golfe
Le 11 mai 2015

Sources de renseignements

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences du 16 avril 2015 sur la mise à jour de l'évaluation du stock de reproducteurs d'automne de hareng de l'Atlantique pour 2015. Toute publication découlant du cadre d'évaluation pour le stock de harengs de l'Atlantique du sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T de l'OPANO) du 13 au 15 avril 2015 qui appuie la présente réponse des Sciences sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques du MPO.

MPO. 2014. Évaluation du hareng de l'Atlantique dans le sud du golfe du Saint-Laurent (div. 4T de l'OPANO) jusqu'à 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2014/040.

LeBlanc, C.H., Mallet, A., Surette, T. et Swain, D. 2015. Évaluation des stocks de harengs de la zone 4T de l'OPANO dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Adresse de rech. 2015/025. vi + 133 p.

Annexe

Annexe 1. Liste des participants à l'examen de la réponse des Sciences concernant la mise à jour de l'évaluation de la composante des reproducteurs d'automne du hareng de l'Atlantique du sud du golfe du Saint-Laurent jusqu'en 2014 et des recommandations pour la pêche de 2015, tenu le 16 avril 2015.

Nom	Organisme d'appartenance
Albert, Gabriel	Ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches du Nouveau-Brunswick
Allain, Robert	Consultant en certification du Marine Stewardship Council
Allen, Carl	Union des pêcheurs des Maritimes
Benchabane, Samir	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Benoît, Hugues	MPO, Sciences, région du Golfe
Bergeron, Mathieu	Gestion des pêches du MPO, Région du Québec
Bliss, Doug	MPO, Sciences, région du Golfe
Cadigan, Noel	Université Memorial, St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador
Castonguay, Martin	MPO, Sciences, région du Québec
Chaput, Gérald	MPO, Sciences, région du Golfe
Clay, Allen	FEMTO Electronics
Cloutier, O'Neil	Regroupement des pêcheurs professionnels du sud de la Gaspésie
Cox, Sean	Université Simon Fraser, Burnaby, Colombie-Britannique
Duguay, Gilles	Regroupement des pêcheurs professionnels du sud de la Gaspésie
Duprey, Nicholas	MPO, Sciences, administration centrale, Ottawa, Ontario
Ferguson, Annie	Ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches du Nouveau-Brunswick
Lanteigne, Marc	MPO, Sciences, région du Golfe
LeBlanc, Claude	MPO, Sciences, région du Golfe
Leclair, Kenneth	Prince Edward Island Fishermen's Association
MacEwen, Dave	Ministère des Pêches et de l'Aquaculture de l'Île-du-Prince-Édouard
Mallet, Allain	MPO, Sciences, région du Golfe
Mallet, Pierre	Gestion des pêches du MPO, région du Golfe
Mattews, Brian	Prince Edward Island Fishermen's Association
McDermid, Jenni	MPO, Sciences, région du Golfe
Melvin, Gary	MPO, Sciences, région des Maritimes
Mowbray, Fran	MPO, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Plourde, Stéphane	MPO, Sciences, région du Québec
Ramsay, Laura	Prince Edward Island Fishermen's Association
Richard, Michel	Union des pêcheurs des Maritimes
Ruest, Richard	Gestion des pêches du MPO, région du Golfe
Singh, Rabindra	MPO, Sciences, région des Maritimes
Surette, Tobie	MPO, Sciences, région du Golfe
Swain, Doug	MPO, Sciences, région du Golfe
White, Chuck	Prince Edward Island Fishermen's Association

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Golfe
Pêches et Océans Canada
C. P. 5030, Moncton (Nouveau-Brunswick) E1C 9B6

Téléphone : 506-851-6253
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3769
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Mise à jour jusqu'en 2014 de l'évaluation de la composante des reproducteurs d'automne du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (division 4t de l'OPANO) et recommandations pour la pêche de 2015. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/033.

Also available in English:

DFO. 2015. Updated assessment to 2014 of the fall spawning component of Atlantic herring (Clupea harengus) in the southern Gulf of St. Lawrence (NAFO Div. 4T) and advice for the 2015 fishery. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2015/033.